

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Антусёвой А.В.

«Композиционные гелеобразующие материалы на основе дисперсного гидросиликата натрия для повышения нефтеотдачи пластов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (химическая промышленность)

Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите.

Диссертация полностью соответствует специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность) и относится к прикладным техническим наукам, поскольку объектом исследования являются композиционные материалы, используемые для повышения нефтеотдачи пластов, а предметом исследования – закономерности формирования органосиликатных гелей с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Анализ публикаций по теме диссертационной работы, содержание автореферата и диссертации показывает их соответствие паспорту специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность), утвержденному ВАК по следующим областям исследований: п. 1 – теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом их эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий; п. 3 – разработка физико-химических процессов формирования новых материалов, обладающих уникальными эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой; п. 8 – разработка способов повышения коррозионной стойкости материалов в различных условиях эксплуатации.

Актуальность темы диссертации.

В настоящее время ситуация в области нефтедобычи является весьма сложной. Крупнейшие разрабатываемые нефтяные месторождения выходят на поздние этапы производства и остаточные запасы нефти в них классифицируются как трудноизвлекаемые. Для увеличения нефтедобычи широко используются гелеобразующие материалы. Однако большинство из них характеризует невысокая эффективность, дефицитность и высокая стоимость. Для устранения этих недостатков в работе предлагается применение в качестве связующего силикат натрия, обладающего высокой технологичностью, доступностью и невысокой стоимостью. Однако вопросы применения его с этой целью недостаточно разработаны. В связи с этим актуальными являются теоретические и экспериментальные исследования гелеобразующих композиционных материалов,

содержащих дисперсный гидросиликат натрия с добавками функционально активных модификаторов.

Степень новизны результатов диссертации и научных положений, выносимых на защиту.

Научно обоснован выбор базового компонента гелеобразующих композиций на основе дисперсного гидросиликата натрия, продукта, крупнотоннажно выпускаемого в Республике Беларусь, с учетом экспериментально проведенного сравнения с аналогами по критериям технологичности (морозоустойчивость, постоянство состава в зависимости от колебания температуры), что обеспечивает упрощение условий транспортировки, хранения и приготовления композиций.

Разработан двухстадийный способ приготовления водного раствора связующего и технологические приемы растворения в воде дисперсного гидросиликата натрия.

Получены многокомпонентные составы гелеобразующих материалов. Впервые проведено модифицирование водного раствора связующего гидросиликата натрия метансульфоновой кислотой, что позволило при оптимизированном содержании компонентов $2,0 \div 9,0 / 0,7 \div 5,0$ (связующее/кислотный модификатор, масс. %) получить композиционные растворы с улучшенными эксплуатационными показателями (время гелеобразования – 50–390 мин, механическая прочность геля – 945–1150 Па) для применения в диапазоне температур 50–90 °С.

Установлено влияние химического состава воды затворения на физико-химические свойства гелеобразующих композиций, а также влияние минералогического и фракционного состава породы, контактирующей с раствором композиции, на процессы гелеобразования. Установлен эффект селективного действия композиционного материала на основе дисперсного гидросиликата натрия, заключающийся в избирательной способности композиции к упрочнению геля в зависимости от состава и концентрации солей воды затворения.

Разработаны составы гелеобразующих композиций на основе гидросиликата натрия, кислот и полимерного модификатора полиакриламида, оказывающего пластифицирующее действие, обеспечивающего формирование гелей с эластичными свойствами.

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Диссертация состоит из введения, в котором показана актуальность темы диссертации; обзора литературных источников, посвященных анализу технологий и методов, применяющихся для наиболее полного нефтеизвлечения (глава 1); в

главе 2 приведены сведения о составе и основных характеристиках использованных компонентов композиции, описаны методики проведения исследований и определения показателей служебных характеристик материалов; глава 3 посвящена изучению влияния физико-химических характеристик реагентов и их соотношения на агрегативную устойчивость, процессы структурообразования и прочность образующихся гелей на основе водного раствора гидросиликата натрия; в главе 4 рассмотрены физико-химические процессы, протекающие при введении модификаторов в водный раствор гидросиликата натрия при фазовом переходе композиций в гели, и свойства гелеобразующих композиций; в главе 5 приводятся новые технические решения, созданные в процессе исследований и результаты опытно-промышленной проверки разработанных материалов.

В заключении приведены основные научные результаты диссертации. Показано, что решена актуальная научно-техническая задача получения новых композиционных гелеобразующих материалов на основе дисперсного гидросиликата натрия, крупнотоннажно выпускаемого отечественной промышленностью. Представлены основные выводы по полученным результатам.

В первом выводе показано, что разработан способ получения гомогенного агрегативно-устойчивого водного раствора гидросиликата натрия. Установлена причина агрегативной неустойчивости растворов связующего на его основе. Предложен двухстадийный метод получения растворов связующего. Установлено, что для получения высокопрочных гелей на основе гидросиликата натрия необходимо использовать кислоты и определены температурно-временные и концентрационные пределы, обеспечивающие формирование гелей с оптимальными свойствами. Разработаны соответствующие составы гелеобразующих композиций.

Во втором выводе отмечено, что установлен эффект многократного увеличения времени гелеобразования при снижении степени минерализации воды затворения. Показано, что введение нитрилотриметилфосфоновой кислоты приводит к дополнительному повышению этого времени, а увеличение дисперсности породы, контактирующей с раствором композиции, на 40% увеличивает прочность гелей. Установлена избирательная способность композиционного материала к упрочнению геля в зависимости от состава и концентрации солей в воде затворения. Показано, что степень структурирования гидросиликата натрия, обуславливающая упрочнение геля, зависит от температуры и времени экспозиции на воздухе.

Третий вывод констатирует, что разработаны составы материалов с низкой вязкостью, обеспечивающие их беспрепятственную фильтруемость в поровую среду и формирование гелей с высокими прочностными и эластическими характеристиками.

Четвертый вывод свидетельствует, что коррозионная активность разработанных композиционных материалов по отношению к стали ниже нормируемых показателей, предъявляемых к материалам, используемым на нефтяных месторождениях Беларуси. Нанесение покрытий из таких материалов на стальные поверхности позволяет защитить их от воздействия агрессивных сред.

Пятый вывод свидетельствует о положительных результатах моделирования воздействия разработанных материалов на нефтеносные пласты и опытно-промышленной апробации материалов в скважинах на ряде месторождений.

Достоверность результатов подтверждается удовлетворительной сходимостью теоретических и экспериментальных результатов, отсутствием противоречий между известными и выявленными закономерностями. Обоснованность выводов и рекомендаций подтверждена успешной апробацией разработанных гелеобразующих композиционных материалов на пяти нефтяных месторождениях Республики Беларусь.

Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию.

Научная значимость основных положений диссертации состоит в развитии методологических подходов к разработке гелеобразующих композиционных материалов, позволяющем обосновать выбор в качестве их базового компонента дисперсного гидросиликата натрия, установлении основных факторов, влияющих на эффективность таких материалов в отношении повышения нефтеотдачи пластов.

Практическая значимость заключается в разработке и применении высокоэффективных составов гелеобразующих композиционных материалов на основе дисперсного гидросиликата натрия с регулируемым временем гелеобразования, повышенными прочностными и эластическими, улучшенными эксплуатационными характеристиками, способствующими увеличению нефтеотдачи пластов.

Экономическая и социальная значимость заключается в снижении стоимости и повышении срока службы гелеобразующих материалов на основе разработанных композиций, защите контактирующих с разработанными материалами металлических конструкций от агрессивного воздействия окружающей среды.

Полученные результаты могут найти применение в нефтедобывающей отрасли в технологиях повышения нефтеотдачи, а также могут быть использованы при проведении водоизоляционных работ.

Опубликованность результатов диссертации в научной печати.

Основные результаты исследований и разработок опубликованы в 21 научном издании, в том числе 6 статей в научных журналах, соответствующих Положению о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий Республики Беларусь, 3 статьи в журналах, 6 статей в сборниках трудов и материалах научных конференций, 6 тезисов докладов на научных конференциях и 1 патент на изобретение. Основные положения докладывались и обсуждались на международных научно-технических и научно-практических конференциях, научных семинарах, совещаниях.

Наиболее значимые публикации:

1. Антусёва А.В., Кудина Е.Ф., Печерский Г.Г., Кускильдина Ю.Р., Мельгуй А.В., Самусева Л.В. Влияние минерализации воды затворения на процессы гелеобразования неорганического полимера // Полимерные материалы и технологии. – 2017. – Т. 3, № 3. – С. 6–17.

2. Антусёва А.В., Кудина Е.Ф., Самусева Л.В. Композиционные материалы водоизоляционного назначения в технологиях нефтедобычи (обзор) // Полимерные материалы и технологии. – 2018. – Т. 4, № 4. – С. 6–28.

3. Антусёва А.В., Кудина Е.Ф., Ткачёв Д.В. Гелеобразующие композиционные материалы на основе дисперсного гидросиликата натрия для повышения нефтеотдачи (обзор) // Полимерные материалы и технологии. – 2020. – Т. 6, № 4. – С. 6–19.

4. Антусёва А.В., Господарёв Д.А., Кудина Е.Ф. Композиционные материалы на основе дисперсного гидросиликата натрия в технологиях увеличения нефтеотдачи // Пластические массы. – 2021. – № 1-2. – С. 51–54.

5. Антусёва А.В., Кудина Е.Ф., Мельгуй А.В. Композиционные материалы на основе модифицированного дисперсного гидросиликата натрия // Полимерные материалы и технологии. – 2021. – Т. 7, № 2. – С. 66–71.

6. Антусёва А.В., Кудина Е.Ф. Многофункциональные композиционные материалы для защиты металлических поверхностей // Полимерные материалы и технологии. – 2022. – Т. 8, № 1. – С. 57–63.

Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК Республики Беларусь.

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями ВАК с использованием современных компьютерных технологий.

Замечания по диссертации.

1. Автор использует очень много специфических условных обозначений, понятных узкому кругу специалистов, для уяснения смысла которых постоянно

приходится возвращаться к перечню сокращений в начале работы, что затрудняет анализ ее содержания.

2. В параграфе 1.2 первой главы разделы, посвященные отдельным группам реагентов, следовало бы выделить курсивом, подчеркиванием или каким-либо другим способом, или сделать их подпараграфами (1.2.1, 1.2.2 и т.д.).

3. В главе 2 отсутствуют сведения о свойствах основного компонента разрабатываемых материалов дисперсного гидросиликата натрия.

4. Имеется ряд замечаний по оформлению рисунков и таблиц.

5. Таблица 4.2 – рассматривается влияние типа воды на свойства гелеобразующей композиции, однако влияние проб воды исследовано при разных температурах, что делает их сравнение некорректным.

6. В диссертации и автореферате имеются опечатки, описки, неудачные выражения и формулировки.

Высказанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует.

Диссертация представляет собой законченную научную работу. Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке задач исследования, планировании и проведении экспериментов, разработке новых гелеобразующих материалов на основе водных растворов гидросиликата натрия, анализе и обобщении полученных данных, подготовке публикаций, обсуждении результатов работы на международных и региональных конференциях. При непосредственном участии автора проведены модельные и промышленные испытания разработанного гелеобразующего материала на месторождениях РУП «Производственное объединение «Белоруснефть».

Уровень освоения методик экспериментального исследования в сочетании с теоретическим подходом к решению поставленных задач, которыми пользуется соискатель, дает основание считать автора специалистом, хорошо подготовленным к самостоятельной работе.

Анализ содержания диссертации, используемые и разработанные соискателем методы исследования, а также объем проведенных им теоретических и экспериментальных исследований позволяют сделать вывод о том, что его квалификация соответствует ученой степени кандидата технических наук.

Заключение.

Диссертационная работа Антусёвой А.В. содержит научную новизну, обоснованные и достоверные выводы и рекомендации, является научно, практически и экономически значимой, и в целом отвечает требованиям ВАК,

предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (химическая промышленность)» за новые возможности существенного увеличения нефтеотдачи пластов за счет применения разработанных автором новых гелеобразующих материалов на основе дисперсного гидросиликата натрия, продукта, крупнотоннажно выпускаемого в Республике Беларусь, характеризующихся увеличенным временем гелеобразования агрегативно-устойчивых растворов, повышенной прочностью гелей технического назначения и обеспечивающие антикоррозийную защиту металлическим поверхностям, включающие:

– разработанный способ получения агрегативно-устойчивого водного раствора на основе гидросиликата натрия, обеспечивающий гомогенность разработанному многокомпонентному композиционному материалу;

– установление температурно-временных и концентрационных условий формирования наиболее прочных гелей на основе разработанных гелеобразующих композиций с наибольшим временем гелеобразования;

– исследование влияния на время гелеобразование степени минерализации воды затворения и дисперсности контактирующей с гелеобразующим материалом породы;

– обнаруженный эффект защитного действия разработанных гелеобразующих материалов в отношении коррозии контактирующих с ними стальных поверхностей;

– разработанные составы гелеобразующих материалов с эластичными свойствами, прочностью до 3910 Па, обеспечивающие беспрепятственную фильтруемость композиции в поровую среду при соблюдении заданных параметров (температура, время гелеобразования).

Выражаю свое согласие на размещение отзыва о диссертации Антусёвой А.В. на официальном сайте учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Официальный оппонент,
Заведующий кафедрой «Общетехнические
и специальные дисциплины»
УО «Белорусский государственный
университет транспорта»,
доктор технических наук, профессор А.С. Неверов
«30» ~~ноября~~ 2023 г.

Личную подпись
удостоверяю
Начальник ОК

